

#2

PCT/JP03/12304

26.09.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

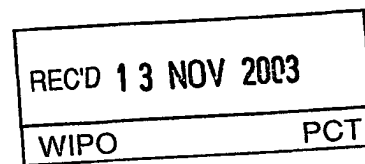
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 9月27日

出願番号  
Application Number: 特願2002-283704  
[ST. 10/C]: [JP2002-283704]

出願人  
Applicant(s): シャープ株式会社



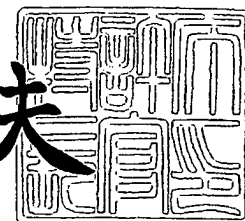
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02J02639

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 光路変換デバイス

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 南 功治

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100065248

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 野河 信太郎

    【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014203

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0208452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光路変換デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気光学効果により光の進行方向に垂直な方向に一様に光の屈折率を制御可能な複数の屈折領域が形成され、かつ光の進行方向に沿って厚さが変化する光透過部と、光透過部を挟みこむように、かつ少なくとも屈折領域の部分を覆うように形成された第 1 電極層及び第 2 電極層と、第 1 電極層の光透過部と接触しない側に第 1 接着層を介して密接配置される第 1 支持部と、第 2 電極層の光透過部と接触しない側に第 2 接着層を介して密接配置される第 2 支持部とを備えたことを特徴とする光路変換デバイス。

【請求項 2】 前記光透過部が、光の進行に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、入射面へ略垂直に入射する光の光軸に対して光透過部の厚さが略対称に出射面に近づくにつれて階段状に増加するように変化することを特徴とする請求項 1 記載の光路変換デバイス。

【請求項 3】 前記光透過部が、光の進行方向に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、入射面へ略垂直に入射する光の光軸に対して、光の進行方向に垂直な方向の厚さを構成する表面のうち一方の電極形成面が出射面に近づくにつれて階段状に厚さが増加するように変化し、他方の電極形成面が段差のない平面として形成されることを特徴とする請求項 1 記載の光路変換デバイス。

【請求項 4】 前記光透過部が、光の進行方向に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、光透過部の光の進行方向に垂直な方向の厚さが、出射面に近づくにつれてテーパ状に増加するように変化することを特徴とする請求項 1 記載の光路変換デバイス。

【請求項 5】 前記光透過部は、電圧を印加することにより電気光学効果を有する結晶材料で形成されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光路変換デバイス。

【請求項 6】 前記第 1 電極層及び第 2 電極層が、それぞれ単体あるいは、物理的に分離された部位から構成されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光路変換デバイス。

【請求項 7】 前記第 1 支持部及び前記第 2 支持部が導電性材料で形成されることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光路変換デバイス。

【請求項 8】 前記第 1 支持部および前記第 2 支持部が少なくとも一つの貫通穴を有する絶縁材料で形成され、かつ第 1 支持部の光透過部と接触しない表面上に第 1 外部電極が形成され、第 2 支持部の光透過部と接触しない表面上に第 2 外部電極が形成され、第 1 電極層と第 1 外部電極、第 2 電極層と第 2 外部電極とが、それぞれ貫通穴を通して導電接続されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光路変換デバイス。

【請求項 9】 屈折領域を形成した光透過部を仮支持部材に貼り付ける工程と、光透過部の仮支持部材側とは反対側の表面を階段状の第 1 繰返し構造に加工する工程と、第 1 電極層を第 1 繰返し構造の上に形成する工程と、第 1 電極層に接触する表面を階段状の第 2 繰返し構造に加工した第 1 支持部を第 1 接着層を介して第 1 及び第 2 繰返し構造が接合するように該光透過部に貼り付ける工程と、仮支持部材を除去する工程と、光透過部の仮支持部材を除去した側の表面に階段状の第 3 繰返し構造を形成する工程と、第 2 電極層を第 3 繰返し構造上に形成する工程と、第 2 電極層に接触する表面を階段状の第 4 繰返し構造に加工した第 2 支持部を、第 2 接着層を介して第 3 及び第 4 繰返し構造が接合するように、光透過部に貼り付ける工程と、階段状のいずれかの繰返し構造の端部をカッティング基準にして複数の構造体に切り分ける工程と、切り分けられた端面を研磨加工する工程とからなることを特徴とする、請求項 2 記載の光路変換デバイスの製造方法。

【請求項 10】 屈折領域を形成した光透過部の平坦な表面上に第 1 電極層を形成する工程と、光透過部の平坦な表面を第 1 接着層を介して第 1 支持部に貼り付ける工程と、光透過部の第 1 支持部と接触しない表面を複数の階段状構造の繰返し構造に加工する工程と、繰返し構造上に第 2 電極層を形成する工程と、階段状の繰返し構造の繰返し周期と同じ周期を持つ鋸歯状の繰返し構造が光透過部に接触しない側の表面に形成された第 2 支持部を、第 2 接着層を介して光透過部の第 2 電極層が形成された表面に貼り付ける工程と、第 2 支持部の鋸歯状の繰返し構造の端部をカッティング基準にして、複数の構造体に切り分け

る工程とを含むことを特徴とする、請求項 3 の光路変換デバイスの製造方法。

【請求項 11】 屈折領域を形成した光透過部の平坦な表面上に第 1 電極層を形成する工程と、光透過部の平坦な表面を第 1 接着層を介して第 1 支持部に貼り付ける工程と、光透過部の第 1 支持部と接触しない表面を複数のテーパ状の繰返し構造に加工する工程と、テーパ状の繰返し構造の上に第 2 電極層を形成する工程と、該テーパ状の繰返し周期と同じ周期を持つ鋸歯状の繰返し構造が光透過部に接触しない側の表面に形成された第 2 支持部を、第 2 接着層を介して光透過部の第 2 電極層が形成された表面に貼り付ける工程と、第 2 支持部の鋸歯状の繰返し構造の端部をカッティング基準にして、複数の構造体に切り分ける工程とを含むことを特徴とする、請求項 4 記載の光路変換デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光路変換素子に関し、バルク型の電気光学結晶を用い、電氣的にレンズ効果を実現する電界変調型の光路変換素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電気光学効果により屈折率変調させ、光路を変換する技術がある。図 14 および図 15 に、後述する特許文献 1 で開示されたデバイスで、電気光学効果によりレンズ効果を得るデバイスについて説明する。

図 14 のデバイスは電気光学媒体（結晶材料部）301 が電極 302 に挟まれ、電圧電源 303 の印加電圧を変えることで屈折率変化を起こさせる構成となっている。ここで、レンズ効果は、図 14 に示すように電極 302 の形状をレンズ効果が得られるような形状にすることで得られる。集光性能としては一方向の集光性があり、言わば焦点可変のシリンドリカルレンズとして機能している。

【0003】

また、図 15 では、2分の1波長板 315 を介して、上記デバイス 314 と 316 とを連結している。ここで、2分の1波長板は偏向方向を 90 度回転させるた

めのもので、デバイス 314 とデバイス 316 とで電気光学効果による同じ屈折率変調効果を得るためのものである。

この連結したデバイスでは、上記の理由で図 15 の  $x$  と  $z$  の 2 方向への光の集束効果を得ることができる。

#### 【0004】

##### 【特許文献 1】

特開平 1-230017 号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

前記特許文献 1 の電気光学効果を有するデバイスでは、電極 302 の形状を光路変更したい方向に応じた曲面を有する形状にして、レンズ効果を得ようとしている。

該構成において、電気光学効果による屈折率変化を効果的に得るために、結晶材料部 301 が薄いほど屈折率変化が大きいという性質を利用して、光路変換デバイスで光の通過する結晶材料部 301 の厚さを全体的に薄くする方法がある。

#### 【0006】

しかし、全体に薄くするだけでは、駆動電圧を効果的に下げられない場合がある。例えば、その結晶材料部 301 が図 14 に示されたデバイスのように光束進行方向に対して一様な厚さである場合で、かつ発散光が入射したときには、デバイスの出射端で光束径が最大になるので、それより光源側では、デバイス内を通過する光が必要以上に厚い結晶材料部 301 を通る割合が多くなり、同じ電圧に対しても相対的に電界強度が落ち、デバイス内を通過する光にとって適切な電気光学効果を得ることができない。

#### 【0007】

また、レンズ状の屈折領域を光束進行方向に対して多数連続に並べれば、デバイス全体としてのレンズ効果は大きくなるが、このときも並べるレンズ状屈折領域が多いほど、デバイス長が長くなり大型化する欠点もある。

これらのことを合わせて考えると、同じ面積の屈折領域で同じ屈折効果を得るための駆動電圧が最小に近づくように、単純に結晶材料部 301 単独で、可能な

限り発散光の光束変化に合うようにその厚さが変化するような光路変換デバイスを構成することが考えられるが、これを単純に実行すると以下のような問題が発生する。

#### 【0008】

まず、結晶材料部 301 に非常に薄い部分を作ることにもなるので光路変換デバイス自体をアセンブリする際の位置決め基準の形成が困難になる。また、その光路に対して平行でない面に位置決め基準を形成することは、位置決め基準を不明確にしやすい。さらに、この結晶材料部の厚さが極端に薄くなる部分もあり得るので、デバイス製造時に結晶材料部が歪む、あるいは線膨張係数の異なるところに貼り付けた後などに温度変化等で結晶材料部が歪むといったような、光路変換デバイスで重要なところの結晶材料部の電気光学効果にも大きな悪影響を与える。

#### 【0009】

さらに上記の厚さ変化を、厚さの異なる結晶材料部 (314～316) を図 15 に示されたような連結によって与えようとする、結晶材料部を薄くするほど光路を合わせる調整工程にも高い精度が必要になり、かつ不連続構造で生じる反射の問題を解消するため、連結する前に連結面それぞれを入出射面として研磨する必要も発生するなど製造工程自体も煩雑になる。

なお、この他に結晶材料部 301 の厚さを光束に合わせて薄くした場合で、出射端で開口制限する場合では、結晶材料部 301 を完全に通過し切れなかった光が、その結晶材料部 301 の上下の界面で強く反射する確率が高くなる。この反射は、光路変換デバイスの出射光に混入することで、このデバイスを用いる光学系内での迷光となるので、この低減に対する配慮も必要である。

#### 【0010】

本発明では、発散光に対して光路変換デバイス中の同じ面積の屈折領域において、ある大きさの屈折効果を得るための駆動電圧が最小に近づくように、光の入射端から出射端まで結晶材料部に厚さ変化を与える場合に、結晶材料部の不連続がないようにその厚さを変化させ、かつ結晶材料部の歪み防止やデバイス製造上の基準形成、デバイスアセンブリ時の位置基準形成も容易にできる光路変換デバ

イスを提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、電気光学効果により光の進行方向に垂直な方向に一様に光の屈折率を制御可能な複数の屈折領域が形成され、かつ光の進行方向に沿って厚さが変化する光透過部と、光透過部を挟みこむように、かつ少なくとも屈折領域の部分を覆うように形成された第1電極層及び第2電極層と、第1電極層の光透過部と接触しない側に第1接着層を介して密接配置される第1支持部と、第2電極層の光透過部と接触しない側に第2接着層を介して密接配置される第2支持部とを備えたことを特徴とする光路変換デバイスを提供するものである。

#### 【0012】

ここで、電気光学効果とは、ある媒体に電圧を印加することにより厚さを変化させ、媒体に入射された光の進行方向を変化させる効果をいう。このような電気光学効果を持つ媒体を、一般に電気光学媒体、あるいは圧電結晶媒体という。

この発明の光透過部は $\text{LiNbO}_3$ のような圧電結晶媒体、第1および第2支持部は金属粒子混入型の導電性エポキシ樹脂や酸化銀混入型の有機銀系の導電性樹脂、導電性めっきを施した鉄系材料のような導電材料媒体あるいはPMMAやポリイミドのような絶縁材料媒体、第1および第2電極層はAlなどのような導電材料、第1および第2接着層はエポキシ系やアクリル系などの接着材料をそれぞれ用いることができる。

#### 【0013】

これによれば、光透過部を挟むように第1及び第2の支持部が配設されているので、光透過部を薄層形成した場合であっても、光透過部の使用上の破損を防止することができる。たとえば、光透過部の入射面、出射面の研磨加工等においても、第1及び第2の支持部によって補強されているので、破損することなく容易に加工が可能である。

#### 【0014】

また、光ピックアップやスキャナーのような装置に組み込む場合にも、第1及び第2支持部の少なくとも一方を取り付け基準とすることができるので、アライ

メントが容易となり、製造工程における作業時間の短縮を行うことができる。

さらに、光透過部を薄層形成することができるので、光透過部中に発生する電界強度を向上させることが可能となり、その結果、屈折率変調効果を有効に利用することができる。

#### 【0015】

発散光に対して光路変換デバイス中の同じ面積の屈折領域において、ある大きさの屈折効果を得るための駆動電圧が最小に近づくように、光の入射端から出射端まで結晶材料部に厚さ変化を与える際に、その厚さ変化を光透過部に与えた場合に、薄いことが弊害で基準が設定しにくく、かつ変形しやすい光透過部を第1支持部、第2支持部が支えているので、光透過部の歪み防止効果を与えるだけでなく、デバイス製造上の基準形成、デバイスアセンブリ時の位置基準形成用にも両支持部を活用できる。

#### 【0016】

また、本発明の光路変換デバイスは、光透過部が、光の進行に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、入射面へ略垂直に入射する光の光軸に対して光透過部の厚さが略対称に出射面に近づくにつれて階段状に増加するように変化することを特徴としている。

これによれば、光路変換デバイスに入射する光束が発散光であったとしても、光束径の広がりぐあいに応じて光透過部の厚さが増加するように変化させられるので、入射部付近においては光透過部の厚さを薄くすることができる。したがって、必要以上に結晶材料部を使用することがなく、階段状に厚さが変わり光の進行方向に並ぶ複数の領域に同一の電圧を与える場合には、印加電圧を低減することが可能となる。

また、厚さ変化する光透過部の電圧を印加する場所すべてに対して、光軸にはほぼ垂直な電圧印加ができるので、電気光学効果による屈折率変化を最も効果的に得ることができる。

#### 【0017】

また、この発明は、光透過部が、光の進行方向に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、入射面へ略垂直に入射する光の光軸に対して、光の進行方向に垂直

な方向の厚さを構成する表面のうち一方の電極形成面が出射面に近づくにつれて段階状に厚さが増加するように変化し、他方の電極形成面が段差のない平面として形成されることを特徴とする光路変換デバイスを提供するものである。

このように、光透過部が、階段状に厚さが変化し、かつ光透過部の一方の電極形成面を段差がない構造にすることで、第1支持部、第2支持部のうちいずれか一方を位置合わせ基準に用い、他方を階段構造階段状に厚さ変化する薄い光透過部の形成基準に用いることができ、それぞれの支持部材を効率的に活用できる。

#### 【0018】

また、この発明は、光透過部が、光の進行方向に対して略垂直な入射面と出射面とを有し、光透過部の光の進行方向に垂直な方向の厚さが、出射面に近づくにつれてテーパ状に増加するように変化することを特徴とする光路変換デバイスを提供するものである。

このように、光透過部の厚さをテーパ状に変化させることで、電気光学効果は最高の状態で得られないものの、発散光を入射させる場合は、テーパ状の結晶材料部を通る際の広がり方に合わせたテーパ形状構造にすることができ、デバイス中の光の進行方向のそれぞれの位置で最大限の変調度を得ることができる。

#### 【0019】

さらに、この発明の光透過部は、電圧を印加することにより電気光学効果を有する結晶材料で形成されることを特徴とし、第1電極層及び第2電極層は、それぞれ単体あるいは、物理的に分離された部位から構成されることを特徴とする。

#### 【0020】

また、第1支持部及び第2支持部を導電性材料で形成することで、両支持部に直接電圧印加することができるので、別に外部電極を設けずとも光路変換デバイスの屈折領域の屈折率変調が実現できる。

#### 【0021】

あるいは、第1支持部および第2支持部を少なくとも一つの貫通穴を有する絶縁材料で形成する場合には、第1支持部の光透過部と接触しない表面上に第1外部電極を形成し、第2支持部の光透過部と接触しない表面上に第2外部電極を形成し、第1電極層と第1外部電極、第2電極層と第2外部電極とが、それぞれ貫

通穴を通して導電接続されるように構成する。

これにより、第1および第2支持部には導電性のない材料を用いたとしても、光路変換ができ、特にデバイスの側面を金属製材料に接触させる必要がある場合に有効である。

#### 【0022】

また、この発明は、屈折領域を形成した光透過部を仮支持部材に貼り付ける工程と、光透過部の仮支持部材側とは反対側の表面を階段状の第1繰返し構造に加工する工程と、第1電極層を第1繰返し構造の上に形成する工程と、第1電極層に接触する表面を階段状の第2繰返し構造に加工した第1支持部を第1接着層を介して第1及び第2繰返し構造が接合するように該光透過部に貼り付ける工程と、仮支持部材を除去する工程と、光透過部の仮支持部材を除去した側の表面に階段状の第3繰返し構造を形成する工程と、第2電極層を第3繰返し構造上に形成する工程と、第2電極層に接触する表面を階段状の第4繰返し構造に加工した第2支持部を、第2接着層を介して第3及び第4繰返し構造が接合するように、光透過部に貼り付ける工程と、階段状のいずれかの繰返し構造の端部をカッティング基準にして複数の構造体に切り分ける工程と、切り分けられた端面を研磨加工する工程とからなる光路変換デバイスの製造方法を提供するものである。

これによれば、両支持部と対向する表面が階段状構造の光透過部を持つ光路変換デバイスを効率よく製造することができる。

#### 【0023】

また、この発明は、屈折領域を形成した光透過部の平坦な表面上に第1電極層を形成する工程と、光透過部の平坦な表面を第1接着層を介して第1支持部に貼り付ける工程と、光透過部の第1支持部と接触しない表面を複数の階段状構造の繰返し構造に加工する工程と、繰返し構造上に第2電極層を形成する工程と、階段状の繰返し構造の繰返し周期と同じ周期を持つ鋸歯状の繰返し構造が光透過部に接触しない側の表面に形成された第2支持部を、第2接着層を介して光透過部の第2電極層が形成された表面に貼り付ける工程と、第2支持部の鋸歯状の繰返し構造の端部をカッティング基準にして、複数の構造体に切り分け

る工程とを含む光路変換デバイスの製造方法を提供するものである。

これによれば、一方の表面が階段状形状で、他方の表面が平坦な構造の光透過部を持つ光路変換デバイスを効率よく製造することができる。

#### 【0024】

さらに、この発明は、屈折領域を形成した光透過部の平坦な表面上に第1電極層を形成する工程と、光透過部の平坦な表面を第1接着層を介して第1支持部に貼り付ける工程と、光透過部の第1支持部と接触しない表面を複数のテーパ状の繰り返し構造に加工する工程と、テーパ状の繰り返し構造の上に第2電極層を形成する工程と、該テーパ状の繰り返し周期と同じ周期を持つ鋸歯状の繰り返し構造が光透過部に接触しない側の表面に形成された第2支持部を、第2接着層を介して光透過部の第2電極層が形成された表面に貼り付ける工程と、第2支持部の鋸歯状の繰り返し構造の端部をカッティング基準にして、複数の構造体に切り分ける工程とを含む光路変換デバイスの製造方法を提供するものである。

これによれば、テーパ状構造の光透過部を持つ光路変換デバイスを効率よく製造することができる。

#### 【0025】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳述する。なお、これによってこの発明が限定されるものではない。

また、以下の実施例では、入射された光の光路を変換する部材である光透過部を、「結晶材料部」と呼ぶ。

#### 【0026】

##### (実施例1)

##### <デバイスの構成>

まず、図1(a)、(b)を用いて本発明の一つの実施形態について説明する。図1(a)は、光路変換デバイス101の側面図、また、図1(b)は、光路変換デバイス101の結晶材料部1より下の部分を図示した斜視図である。

図1(a)において、本発明の光路変換デバイス101は、結晶材料部1、第1支持部材2、第2支持部材3、第1電極層4a、4b、4c、第2電極層5a

、5b、5c、第1接着層6、第2接着層7の各要素から構成される。第1支持部材2と第2支持部材3が導電性材料の場合、第1支持部材2の上面、第2支持部材3の下面との間には、屈折率変調のための電圧Vが印加される。

#### 【0027】

結晶材料部1は、表面と裏面が階段状の対称的な面として形成される。第1支持部材2と第2支持部材3とは結晶材料部1の表面と裏面に対応して接合可能な表面を持ち、それぞれ第1接着層6、第2接着層7を介して結晶材料層1と結合される。

また、第1電極層4a～4cは、結晶材料部1と第1支持部材2との間の階段状表面にそれぞれ配置され、第2電極層5a～5cは、結晶材料部1と第2支持部材3との間の階段状表面にそれぞれ配置される。すなわち、第1および第2電極層は、それぞれ物理的に分離された複数の部位から構成される。

#### 【0028】

このような光路変換デバイス101に対して、発散光は図1(a)の左側の側面から入射され、図1(a)の右側の側面から出射される。結晶材料部1に入射された光は発散するように紙面の左から右方向に進行する。図1(a)の線分A1とA2で示された範囲内が光束を示している。

#### 【0029】

第1電極層4a～4c、第2電極層5a～5cは、階段状に厚さが変化する第1支持部材2、第2支持部材3に対して第1接着層6、第2接着層7を介して第1電極層4a～4c、第2電極層5a～5cの未形成部を埋めるようにして取り付けられている。ここで、第1支持部材2は、結晶材料部1の位置の光路変換デバイス101自体での位置基準となる。さらに、光路変換デバイス101をアセンブリするときの位置基準ともなる。

#### 【0030】

第2支持部材3は、薄い結晶材料部1が歪むことで、結晶材料部1での電気光学効果特性が変化することを防ぐためのものである。つまり、結晶材料部1の厚さを薄くするほど、第1支持部材2単体の支持だけでは、両者の線膨張係数の違いなどにより結晶材料部1に歪みが発生しやすくなるので、第1支持部材2の対

向面に第2支持部材3を形成することで、結晶材料部1の上下での歪の発生要因となる力のバランスずれを緩和し、結果として結晶材料部1での歪みの発生を防ぐことができる。

### 【0031】

結晶材料部1は、電気光学効果を有する結晶材料（例えば、 $\text{LiNbO}_3$ や $\text{LiTaO}_3$ など）で構成される。結晶材料部1には、電圧を印加することによって屈折率制御可能な屈折領域群8a～8c（図では一つの図形で表現しているが、それぞれの屈折領域群は複数のレンズ形の部分と複数の三角プリズム部分からなる）が図1（b）に示すように複数個形成されている。各領域群のレンズ形の部分は波面変換用で、三角プリズム形の部分は角度変調用である。

屈折領域群8a～8cが形成された各階段状表面において、たとえば図1（a）の紙面の左右方向の長さLは、 $700\mu\text{m}$ 程度である。

また、屈折領域群8aの紙面の上下方向の厚さ $W1 = 70\mu\text{m}$ 、領域群8bの厚さ $W2 = 140\mu\text{m}$ 、領域群8cの厚さ $W3 = 200\mu\text{m}$ 程度である。

### 【0032】

この屈折領域群8a～8cは、プロトン交換法でレンズ形あるいは三角プリズム型等の形状に結晶材料部1の表面にイオン拡散領域を形成した後、結晶材料部の両面に数10kVの電圧を電解液中で印加することによってドメイン反転（分極が逆転する）構造を部分的に生じさせて形成され、結晶材料部1の厚さ方向すなわち図のy方向に一樣な構造である。

さらにこれらの屈折領域群は長さが $100\mu\text{m}$ 未満まで小さいものが複数形成できるので、光はこの多数の屈折領域群を通過でき、光路変換デバイス101では、バルクデバイスでありながら大きな角度変調効果が得られる。

### 【0033】

図2に、図1に示した結晶材料部1を上方から見た平面図を示す。

屈折領域群8a、8b、8cのそれぞれに対して、レンズ形状のイオン拡散領域（8a-1、8b-1、8c-1）と、三角プリズム形状のイオン拡散領域（8a-2、8b-2、8c-2）が形成され、イオン拡散領域の大きさは入射側ほど小さく、出射側にいくに従って大きくする。

また、点線で示した領域は、電極層（4 a, 4 b, 4 c）が存在する領域を示しており、この領域がドメイン反転領域となる。

#### 【0034】

本実施例 1 では、光路変換デバイス中を通過する発散光に対して、光路変換デバイス中の同じ面積の屈折領域で同じ屈折効果を得るための駆動電圧が最小になるように、結晶材料部の厚さ変化の手段の一つとして、図 1（a）のように厚さが階段状に光軸対称な変化をするように作られている。この結果、結晶材料部 1 の厚さは光束の幅（A 1 ~ A 2）に応じて無駄な厚い部分が相対的に減ることになる。

#### 【0035】

この階段構造のメリットは、全ての電圧印加箇所で結晶材料部 1 に対して光軸にほぼ垂直な電圧印加ができ、電圧印加の面では最も効果的に電気光学効果による屈折率変化を得ることができることである。また、光軸に対して対称な構造は、結晶材料部 1 の中を損失なく光を通過させるのにも有利である。

#### 【0036】

図 1（b）に示した光の入射面 9 a、出射面 9 b は、結晶材料部 1、第 1 支持部材 2、第 2 支持部材 3、第 1 電極層 4 a ~ 4 c、第 2 電極層 5 a ~ 5 c、第 1 接着層 6、第 2 接着層 7 で構成される積層構造体の積層方向に略垂直な面の研磨面として形成される。なお、光路変換デバイス 101 での光の透過率を高めるために、この入射面 9 a、出射面 9 b に反射防止膜をつけてもよい。

#### 【0037】

##### <電圧印加方法>

次に、この光路変換デバイスへの電圧印加方法について説明する。

図 1（a）は、第 1 支持部材 2 と第 2 支持部材 3 とが導電性材料の場合の電圧印加方法を示している。導電性材料としては、たとえば、金属粒子混入型の導電性エポキシ樹脂や酸化銀混入型の有機銀系の導電性樹脂や、導電性めっきを施した鉄系材料などを用いることができる。

第 1 支持部材 2、第 2 支持部材 3 が導電性材料の場合は、この第 1 支持部材 2、第 2 支持部材 3 が外部電極となり、この両支持部材に図 1（a）のように直接電

圧Vを印加する。結果として、別に外部電極を設けずとも光路変換デバイス101の屈折領域8a~8cの屈折率変調が実現できる。

この場合には、屈折領域群8a~8cの各電極間に印加される電圧Vが同じであるため、各領域群の厚さに応じて電界が変化する。たとえば、他と比べて屈折領域の厚さが薄い屈折領域群8aの電界強度が最も高くなる。

#### 【0038】

次に、図3に、第1支持部材2、第2支持部材3が導電性材料でない場合の電極構成を示す。

この場合は、図3の光路変換デバイス201に示すように、第1支持部材2、第3支持部材3の内部に、それぞれコンタクトホール10a~10c、10d~10fを形成し、コンタクトホール10a~10f内に導電性材料（金属粒子混入型の導電性エポキシ樹脂や酸化銀混入型の有機銀系の導電性樹脂など）を充填する。

また、第1支持部材2および第2支持部材3の結晶材料部1との接触面と異なる表面上に、それぞれ外部電極11a、11bを設ける。外部電極11a、11bには、A1電極などを用いる。

コンタクトホール10a、10b、10cの導電性材料を介して、この外部電極11aと各第1電極層4a、4b、4cとが電氣的に接続される。

また、コンタクトホール10d、10e、10fの導電性材料を介して、外部電極11bと第2電極層5a、5b、5cとが電氣的に接続される。

外部電極11aと11bの間に電圧Vを印加することにより、各屈折領域8a、8b、8cにこの電圧が印加されることになり、屈折率変調をすることができる。

#### 【0039】

この電圧印加方法は、電圧印加による電流のリークなどを気にしなくてもよいので、光路変換デバイスの側面を金属製の部材に接触させる必要がある場合に有効である。

なお、図3では、コンタクトホール10a~10f及び10d~10fをそれぞれ単一の外部電極11a及び11bに集約した構成となっているが、個々に電

極を引き出し、該個々の電極に対して異なる電圧を印加する構成であってもよい。これによれば、屈折領域群 8 a ~ 8 c の各電極間に発生する電界を一定とすることができる。

ここで、光路変換デバイス 201 で外部電極 11 a、11 b の配置場所、形成方法について大きな制約はないが、光路変換デバイス 201 のアセンブリ面側に外部電極が形成される場合、図 2 のようにアセンブリ面側に設けられた溝部 12 に外部電極 11 b が入り込む構造にするのが、アセンブリ面を平坦にする点や、電極部が入り込み金属面でも配置できる点などの優位性からアセンブリ時にはより好ましい構造になる。

#### 【0040】

図 4 に、実施例 1 における電圧印加時の光の通過経路の概略図を示す。

図 4 は、図 1 (b) の構成を上方から見た図である。

電極 4 a から 4 c について、それぞれに同じ電圧  $V$  をかけると、ドメイン反転を起こしたところは周囲と大きさが同じで反対の屈折率変化  $\Delta n$  を示し、 $n_n(V) = n_e - \Delta n$ 、 $n_r(V) = n_e + \Delta n$  となる。ここで、 $n_e$  は電圧 0 V のときの屈折率である。また、 $n_n$  は屈折領域外の屈折率、 $n_r$  は屈折領域内の屈折率である。この結果、発散光は図のように屈折領域 8 a ~ 8 c に対して  $xz$  平面の方向ベクトル (図中矢印で記載) を持って屈折される。例えばここで、結晶材料部 1 が薄いほど同じ電圧  $V$  に対して屈折率変化は相対的に大きいので、光偏向機能を示す三角プリズム型の屈折領域での屈折角は、図 4 の入射側の屈折領域からそれぞれの屈折角を  $\phi_a$ 、 $\phi_b$ 、 $\phi_c$  (図示せず) とすると、 $\phi_a > \phi_b > \phi_c$  の関係になり、結晶材料部が薄いほど同じ印加電圧  $V$  に対して相対的に大きく曲がる。すなわち、屈折領域 8 a が最も大きく曲がり、領域 8 c が最も曲がり方が小さい。

#### 【0041】

##### <製造方法>

次に、図 1 に示した光路変換デバイス 101 の製造工程を説明する。

図 5 および図 6 に、この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの製造工程図を示す。ただし、図 5、図 6 では、説明を簡単化するために、第 1 電極層 4 および第 2 電極層 5 の未形成部分の第 1 接着層 6 および第 2 接着層 7 は省略している。

## 【0042】

## 工程1: (図5(a))

まず、前記したような方法で屈折領域群8が形成された結晶材料部1を、強度補償用の仮支持部材50の上に固定する。

ここでの強度補償とは、結晶材料部1を階段状に加工する際に結晶材料部1に歪みが発生しないよう保護することを意味する。仮支持部材50の材料としては、たとえばA1板のような金属板を用いることができる。

## 【0043】

## 工程2: (図5(b))

次に、結晶材料部1の露出した表面51を階段状(13a, 13b, 13c)に加工する。たとえば、予め、図5(b)の階段状表面の形状と反対の階段状形状を持つ研磨治具を作成しておき、この治具を段差形成方向と垂直方向にスライドすることにより表面51を研磨加工し、複数の階段状表面を同時に形成する。あるいは、高精度の送り機構を有する研磨治具を用い、研磨位置を移動させながら研磨することにより、階段状表面(13a, 13b, 13c)を一段ずつ研磨してもよい。研磨の深さは研磨時間を変えることにより調整すればよい。

この工程により、図1(b)に示したような屈折領域群8a~8cが形成される。階段状表面13aと13bの段差、および13bと13cの段差は30から50 $\mu$ m程度である。

## 【0044】

なお、図5(b)では、階段形状は3段(13a, 13b, 13c)の繰り返しとして図示しているが、段数はこれに限るものではなく、光路変換デバイスに要求される仕様により、より多くの段数としてもよい。

## 【0045】

## 工程3: (図6(a))

ここでは、まず、階段状表面(13a, 13b, 13c)の上に、第1電極層4(4a, 4b, 4c)を形成する。この第1電極層4が形成された部分が、屈折領域群8の中のドメイン反転領域となる。

第1電極層4の材料としては、たとえばA1などを用いることができる。また

、第1電極層4の形成は、たとえばフォトリソグラフィで、所望の電極形状のマスクを利用して電極形状を形成し、不要部分をリフトオフすることなどにより行えばよい。

次に、第1電極層4が形成された階段状表面の構造上に、第1接着層6としてアクリル系の接着剤を塗布し、この構造と第1支持部材2とを互いの表面が密接係合するように接着する。

なお、第1支持部材2の一方の表面は、予め階段面(13a, 13b, 13c)の形状の反対の形状に研磨加工しておく。

#### 【0046】

工程4：(図6(b))

ここでは、仮支持部材50を除去し、工程2と同様の方法を用いて、結晶材料部1の他方の表面52に、階段面(13a, 13b, 13c)と同様の繰り返し階段面(54a, 54b, 54c)を形成する。

このとき、階段面13aと54a、13bと54b、13cと54cとが垂直方向に対応するように、第1支持部材2を加工の位置基準として固定し、表面52を研磨加工する。

#### 【0047】

工程5：(図6(c))

ここでは、工程3で形成した第1電極層(4a, 4b, 4c)と垂直方向に対応する位置の階段状表面(54a, 54b, 54c)に、工程3と同様の方法で、第2電極(5a, 5b, 5c)を形成する。

次に、予め階段状表面(54a, 54b, 54c)と係合する形状に加工した表面を持つ第2支持部材3を、第2接着層7を介して、結晶材料部1に接着する。

以上の工程により、図6(c)に示すような積層構造体が連続して複数個形成された光路変換デバイス101が形成される。

#### 【0048】

さらに、図1(a)に示すように、階段状の繰り返し構造の一単位を3段の階段形状構造とするために、繰り返し階段形状の積層構造体を、階段状の繰り返し

構造の端部をカッティング基準として、カッティングする。

これにより、複数の光路変換デバイス 101 が分離される。

#### 【0049】

また、カッティングされた構造体の左右の端面を研磨すれば、図 1 (b) の入射面 9a と出射面 9b が形成される。

さらに、積層構造体の入射面および出射面に対して垂直な方向で図 6 (c) の紙面の手前の側面と奥の側面となる幅方向を、所定の大きさにカッティングすれば、図 1 (a) に示したような光路変換デバイス 101 が完成する。

この製造手順により、光軸対称に階段状構造を持つ結晶材料部 1 を有する光路変換デバイス 101 が、複数個同時に、結晶材料部 1 自体に不連続部を形成することなく製造できる。

なお、分割した結晶材料部の連結部に反射防止機能を持たせるなど構造上の工夫が必要となり、製造工程も複雑化するが、光路変換デバイス 101 と類似の形態で結晶材料部の厚さが変わるように、結晶材料部も光の進む方向に複数に分割するような製造方法も考えられる。

#### 【0050】

##### (実施例 2)

##### <デバイスの構成>

図 7 (a), (b) に、本発明の実施例 2 の光路変換デバイスの構造図を示す。

図 7 (a) はその側方断面図であり、図 7 (b) は上部の第 1 支持部材 22 を除いた斜視図である。

実施例 2 の光路変換デバイス 102 は、結晶材料部 21、第 1 支持部材 22、第 2 支持部材 23、第 1 電極層 24、第 2 電極層 25 (25a, 25b, 25c)、第 1 接着層 26 および第 2 接着層 27 からなる。

実施例 2 では、結晶材料部 21 の片側表面のみが階段状であり、厚さが変化する構造となっている。他方の表面は段差のない平坦面である。また、図 7 (b) に示すように、図 1 (b) に示したのと同様な屈折領域群 28a, 28b, 28c が形成されている。

## 【0051】

この結晶材料部 21 には、平坦な側に単体の第 1 電極層 24 が形成され、階段状になった側に 3 つの部位に分離された第 2 電極層 25 (25 a、25 b、25 c) が形成されている。結晶材料部 21 の第 1 電極層 24 側には、階段形状形成時の加工基準面 29 a を持つ第 1 支持部材 22 が第 1 接着層 26 を介して貼り付けられる。

## 【0052】

また、結晶材料部 21 の第 2 電極層 25 (25 a、25 b、25 c) 側には、光路変換デバイス 101 と同様に、薄い結晶材料部 21 に歪を発生させないのと同時に光路変換デバイス 102 のアセンブリ時の位置基準部 29 b も形成される第 2 支持部材 23 が、第 2 接着層 27 を介して、結晶材料部 21 に貼り付けられる。ここで、第 2 接着層 27 は、第 2 電極層 25 の隙間を埋めるように形成される。また、第 2 支持部材 23 の第 2 電極層 25 側の面が結晶材料部 21 の階段構造に合わせた階段構造であって、もう一方の面 29 b は位置基準として平坦である。

## 【0053】

このような実施例 2 の構造の光路変換デバイスでも、実用上十分な光路変換機能を果たし、後述するように、製造工程を簡素化できる。また、実施例 2 の構成の他のバリエーションとして、図 8 に示すような光路変換デバイスが考えられる。

図 8 の光路変換デバイスは、図 7 のデバイスに対して、第 1 電極層 24 と第 1 接着層 26 がなく、第 2 電極層 25、第 2 接着層および第 2 支持部材の構造が異なる。

第 2 電極層 25 d、25 e、25 f は、各階段状表面の全面を覆うように形成されている。第 2 接着層 30 は、階段状の形状を平坦にならすように第 2 電極層 25 d の下方は厚く、第 2 電極層 25 e の下方は薄く形成されている。

さらに、第 2 支持部材 20 の第 2 接着層 30 側の表面は平坦とする。このような図 8 の構成の光路変換デバイスでも、図 7 とほぼ同様の光路変換機能を実現できる。

## 【0054】

この実施例2の光路変換デバイス(102, 202)の中において、図7に示すように、入射光は、基準面29aに対して所定の角度 $\theta$ だけ傾いた方向に進み、電圧を印加することにより進行方向が少しずつ曲げられて、光は結晶材料部21の階段状構造内をけられずに通過して出射面29dから出ていく。

## 【0055】

従って、入射面29cや出射面29dも、光路変換デバイス(102, 202)での光の透過率を最大にするために、入射光Bの中心線Oに対して垂直な端面として形成される。この結果、第2支持部材23の位置基準ともなる29bはこの入射面29c、出射面29dそれぞれと直交面となるように形成される。

## 【0056】

このような形状にすることで、第2支持部材23(あるいは20)は、単に結晶材料部21の歪み防止のためだけのものではなく、結晶材料部中を斜めに光が通過する状態でのデバイスのアセンブリ時の光路変換デバイスの位置基準となることができ、その位置基準は結晶材料部21を通過する光の方向である中心線Oと独立して形成できる。

この構造にすれば、結晶材料部21の中を最も良い経路で光を通すという目的の面では光路変換デバイス101よりわずかに不利ではあるが、一方で、第1支持部材21、第2支持部材(23, 20)のうちいずれか一方を位置合わせ基準に用い、他方を階段状に厚さが変化する薄い結晶材料部21の形成基準に用いることができ、それぞれの支持部材を柔軟かつ効率的に活用できる。

## 【0057】

## &lt;製造方法&gt;

次に、図9に、この実施例2の光路変換デバイス202の製造方法を示す。この製造方法では、実施例1で用いた仮支持部材50が不要となる。すなわち、完成したデバイスでは利用しない部材を予め作成しておく必要はなく、製造コストと労力を削減でき、この意味で効率的な製造ができる。

## 【0058】

まず、図9(a)において、両面がフラットな第1支持部材22と、図5(a)

）に示した結晶材料部 1 と同様な、屈折領域群 28 が形成された結晶材料部 21 とを用意する。

この結晶材料部 21 の一方の表面の全体に第 1 電極層 24 を形成する。そして、この第 1 電極層 24 の上に第 1 接着層 26 を形成し、第 1 支持部材 22 の一方の平坦面と接着する。

次に、図 9（b）に示すように、第 1 電極層 24 の形成されていない結晶材料部 21 の表面を階段形状に研磨加工する。この研磨加工は、実施例 1 と同様の方法で行なえばよい。図 9（b）では、3 段構造の繰り返し表面構成（28a, 28b, 28c）としているが、この段数に限るものではない。

#### 【0059】

次に、図 9（b）で形成された段階構造（28a, 28b, 28c）の上に、第 2 電極層 25d, 25e, 25f を、実施例 1 と同様の方法で形成する。

第 2 支持部材 20 は、後述するカッティングの基準となる鋸歯状の面と、平坦な面を有するものとして予め形成しておく。そして第 2 接着層 30 を介して図 9（c）のように、階段状面 28a の端部と鋸歯状面の端部とが一致するように、光路変換デバイスのサイズに繰り返し周期を合わせた鋸歯状の面を有する第 2 支持部材 20 を取り付ける。

#### 【0060】

次に、鋸歯の繰り返し部分を基準に、図の破線方向にバー状にカッティングし、バー状のままカッティング面を入射面 29c、及び出射面 29d として研磨する。最後に、このバーを研磨面に垂直な方向にもカッティングして光路変換デバイス 202 が製造できる。

この製造手順で作成することで、実施例 1 に比べて、光路変換デバイスを効率良く作製できる。

#### 【0061】

（実施例 3）

ここでは、結晶材料部の厚さが、入射側から出射側にかけて、いわゆるテーパ状に変化する光路変換デバイスについて説明する。

図 10（a）,（b）に、実施例 3 の光路変換デバイスの断面図および第 1 支

持部材 32 を除いた部分の斜視図を示す。

図 10 (a) において、結晶材料部 31 の入射面 39c 側の紙面の上下方向の長さは  $70\mu\text{m}$ 、出射面側 39d の紙面の上下方向の長さは  $200\mu\text{m}$  とし、結晶材料部 31 の第 1 支持部材 32 および第 2 支持部材 33 と対向する面は、いずれも平坦な面として形成される。

また、結晶材料部 31 の内部には、前実施例と同様な屈折領域群 38 が形成される。

#### 【0062】

また、結晶材料部 31 の屈折領域群 38 を覆うように一方の面には第 1 電極層 34、それと反対の面側に第 2 電極層 35 が形成される。第 1 支持部材 32 はこの電極層 34 側に第 1 接着層 36 を介して接着され、第 2 支持部材 33 は第 2 電極層 35 側に第 2 接着層 37 を介して接着される。

ここで光路変換デバイス 103 へ入射させる光 C は、デバイス中の結晶材料部 31 を最もロスなく通過させるために、発散光 C の光軸がテーパ形状の中心線 M に一致するように入射させる。従って、デバイスの入射面 39c、出射面 39d もこの中心線 M に略垂直になるように形成することが好ましい。

#### 【0063】

また、実施例 1 と同じように、第 2 支持部材 33 は位置基準形成にも利用できる。ここで第 2 支持部材 33 の第 2 電極層 37 に接しない側の面 39b は中心線 M に平行に形成する。この面 39b は、実施例 3 の光路変換デバイス 103 をアセンブリする際の位置基準となる。

結晶材料部 31 はテーパ状であるので、第 1 電極層 34 と第 2 電極層 35 とは平行面とはなっていない。しかし、この結晶材料部 31 中の発散光 C の進行方向のそれぞれの位置で最大限の変調度を得るようにするために、結晶材料部 31 のテーパ形状を、発散光 C の広がり方に対応させるように設計することが可能となる。

#### 【0064】

図 11 に、この実施例 3 の光路変換デバイスの製造方法について説明する。

まず、上面および下面が平坦である第 1 支持部材 32 と、屈折領域群 38 が形

成されかつ平行な上面および下面を持つ結晶材料部 31 とを用意する。

図 11 (a) において、3つの屈折領域群 38 が形成された領域を 1つの光路変換デバイスの単位とすると、図 11 (a) のデバイスの 1単位ごとに、結晶材料部 31 の一方の表面に、第 1 電極層 34 を形成する。すなわち、デバイスの 1 単位の境界部分には、第 1 接着層 36 を形成するための隙間領域ができるように、第 1 電極層 34 を形成する。

そして、図 11 (a) に示すように、第 1 電極層 34 を形成した結晶材料部 31 と、第 1 支持部材 32 とを、第 1 接着層 36 を介して接着する。

#### 【0065】

次に、図 11 (b) に示すように、第 1 電極層 34 の形成されていない方の結晶材料部 31 の面を、第 1 支持部材 32 の面 39 a を加工基準として、テーパ状に加工する。ここで、結晶材料部 31 のテーパ状表面形状は、図 11 (b) のように光路変換デバイス一つごとに、テーパ部が繰り返されるような構造となるように加工される。テーパ状の加工は、例えばテーパ状の研磨用のバイトなどを用いてテーパ形成方向と垂直にスライドすることにより行なえばよい。

#### 【0066】

次に、図 11 (c) に示すように、結晶材料部 31 の繰り返しテーパ構造を形成した面側に第 2 電極層 35 を形成した後、第 2 接着層 37 を介して第 2 支持部材を取り付ける。

ここで、第 2 支持部材 33 には、予め結晶材料部 31 のテーパ部の斜度とほぼ同じ斜度を持つテーパ部の繰り返し構造を第 2 電極層 35 と接する側の表面に形成し、かつその半分程度の斜度を持つテーパ部の繰り返し構造を第 2 電極層 35 と接しない側の表面に形成しておく。第 2 支持部材 33 のテーパ部の斜度を結晶材料部の半分にしているのは、第 2 支持部材の表面の斜度に垂直な面でカットイングすることで、テーパ部に最も理想的な角度で光を入射させることができるようにするためである。

この場合には、図 11 (c) に示すように、第 2 支持部材 33 は、第 2 接着層 37 が第 2 電極層 35 の隙間を埋めるような形態で結晶材料部 31 に貼り付けられることになる。

## 【0067】

次に、第2支持部材33の表面のテーパ構造繰り返し部分をカッティング基準にして、図11(c)の破線に沿って、バー状にカッティングする。

この後、このカッティング面を光路変換デバイスの入射面39c、出射面39dとするために、バー状のまま研磨し、最後に、このバーを研磨面に垂直な方向にもカッティングすると、光路変換デバイス103が完成する。

## 【0068】

この実施例3では、結晶材料部31をテーパ状表面を持つように形成しているので、光の進行方向の各位置において最大限の変調度を得ることができ、多数の光路変換デバイスを同時に比較的容易な方法で効率よく製造することができる。

## 【0069】

次に、以上の3つの実施例の光路変換デバイスに共通な機能について説明する。

## (A) 開口制限機能

開口制限機能とは、結晶材料部から出る出射光の出射領域を制限する機能をいう。

図12に、図1に示した光路変換デバイスの出射光の出射部分を拡大した図を示す。ここで、符号71が結晶材料部1、符号72が第1支持部材2、符号73が第2支持部材3、符号74が第1電極層4c、符号75が第2電極層5c、符号76が第1接着層6、符号77が第2接着層7に相当する。

## 【0070】

図12では、第1接着層76と第2接着層77が、結晶材料部71を進行してきた発散光の広がりを抑制する開口制限部の役割を果たす。

このために出射光は、第1接着層76と第2接着層77よりも上方向および下方向には広がって出射されない。

このとき、開口制限されるべき不要光が、出射面に到達するまでに、結晶材料部71と第1接着層76との界面、結晶材料部71と第1電極層74との界面、あるいは結晶材料部71と第2接着層77との界面、結晶材料部71と第2電極層75との界面に当たる。ここで、前記の界面が単なる鏡面であれば、光は結晶

材料部 71 の中で再反射されて、光の出射端に到達してしまうことになり、これが迷光となる。

すなわち、開口制限機能を有することは、迷光の発生の可能性が高くなり、開口制限機能を付加する場合には、単に出射面を遮光するだけでは迷光の発生は抑えられない。

#### 【0071】

そこで、第1電極層 74、第2電極層 75、第1接着層 76、第2接着層 77 にそれぞれ、光吸収性を持たせる。これにより、図 12 に矢印で示したような前記界面での反射を、結晶材料部との界面において低減することができ、結果として出射光に混入する迷光を低減することができる。これらの各層に光吸収性を持たせるためには、たとえば光の当たる面を黒体化すればよい。

#### 【0072】

##### (B) 波面変換機能

波面変換機能とは、入射する発散光の広がり抑制する機能をいう。

実施例 1 の図 1 などに示したデバイスでは、光の入射面 9a は平坦面となるように加工していたが、光路変換の角度変調の自由度を大きくするためには必ずしも平坦に加工する必要はない。

一般に、光路変換デバイスの中を透過する距離が長いほど、角度変調度は大きくなる。

そこで、角度変調度を大きくするように、光路変換デバイスが波面変換機能を持つように入射面 9a を加工する。たとえば、図 13 に示すように、入射面 9a を、曲面形状 (80) に加工すれば、デバイス内での光の伝播距離を長くすることができる。

#### 【0073】

図 13 は、実施例 2 の図 7 に示した光路変換デバイス 102 の入射面 29c を曲面形状 (80) に加工したものを示している。

図 13 に示すように、光路がデバイス入射面で変えられることになるので、入射面に曲面形状 80 を設けることにより、光路変換デバイスの入射光の発散の度合い (発散角) を小さくすることができることがわかる。

このように発散角を小さくすれば、結晶材料部 81 において同じ厚さの 3 段の階段構造でも、その平坦部分の長さが長くなるので、光路変換デバイス内での光の伝搬距離を、入射面が単なる平面の場合よりも長くすることができる。つまり、光路変換デバイスを透過する間の角度変調等を大きくすることができる。

#### 【0074】

##### 【発明の効果】

この発明によれば、光の進行方向に対して厚さが異なり、かつ屈折領域を有する結晶材料部を備え、この結晶材料部を両側から挟みこむように 2 つの支持部材を接着させているので、結晶材料部の歪み防止と、デバイス製造のための位置基準を明確に形成でき、デバイスの複数個同時作成を容易かつ効率的に行なうことができる。

#### 【0075】

また、この発明によれば、結晶材料部の一方の表面を階段状に変化するように形成しているので、第 1 支持部材または第 2 支持部材をこのデバイス製造時の位置基準として用いることができ、光路変換デバイス製造時において、仮支持部材を使用することなく容易に製造することができる。

また、この発明によれば、結晶材料部をテーパ形状としているので、より適切な入射光の屈折率変化を得ることができる。

#### 【0076】

さらに、結晶材料部に階段状形状やテーパ形状の繰り返し構造を形成し、第 2 支持部材に鋸歯状の繰り返し構造を形成することにより、複数個の光路変換デバイスを同時に効率よく製造することが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの構造図である。

#### 【図 2】

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの平面図である。

#### 【図 3】

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの断面図である。

**【図 4】**

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスにおいて、電圧印加時の光の進路の説明図である。

**【図 5】**

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの製造方法の説明図である。

**【図 6】**

この発明の実施例 1 の光路変換デバイスの製造方法の説明図である。

**【図 7】**

この発明の実施例 2 の光路変換デバイスの構造図である。

**【図 8】**

この発明の実施例 2 の光路変換デバイスの構造図である。

**【図 9】**

この発明の実施例 2 の光路変換デバイスの製造方法の説明図である。

**【図 10】**

この発明の実施例 3 の光路変換デバイスの構造図である。

**【図 11】**

この発明の実施例 3 の光路変換デバイスの製造方法の説明図である。

**【図 12】**

この発明の光路変換デバイスの出射光の進路の説明図である。

**【図 13】**

この発明の光路変換デバイスの入射面を曲面とした場合の説明図である。

**【図 14】**

従来の光路変換デバイスの斜視図である。

**【図 15】**

従来の光路変換デバイスの斜視図である。

**【符号の説明】**

- 1、21、31、71、81 結晶材料部
- 2、22、32、72、82 第1支持部材
- 3、23、33、73、83 第2支持部材

- 4、24、34、74、84 第1電極層
- 5、25、35、75、85 第2電極層
- 6、26、36、76、86 第1接着層
- 7、27、37、77、87 第2接着層
- 8、28、38 屈折領域
- 9a 入射面
- 9b 出射面
- 10 コンタクトホール群
- 11a 外部電極
- 11b 外部電極
- 12 溝部
- 13 階段構造部
- 29a 基準面
- 29b 基準面
- 29c 入射面
- 29d 出射面
- 30 第2接着層
- 39a 基準面
- 39b 基準面
- 39c 入射面
- 39d 出射面
- 50 仮支持部材
- 51 階段形成面
- 52 平坦面
- 54 階段構造部
- 80 曲面
- 101 実施例1の光路変換デバイス
- 201 実施例1の光路変換デバイス
- 102 実施例2の光路変換デバイス

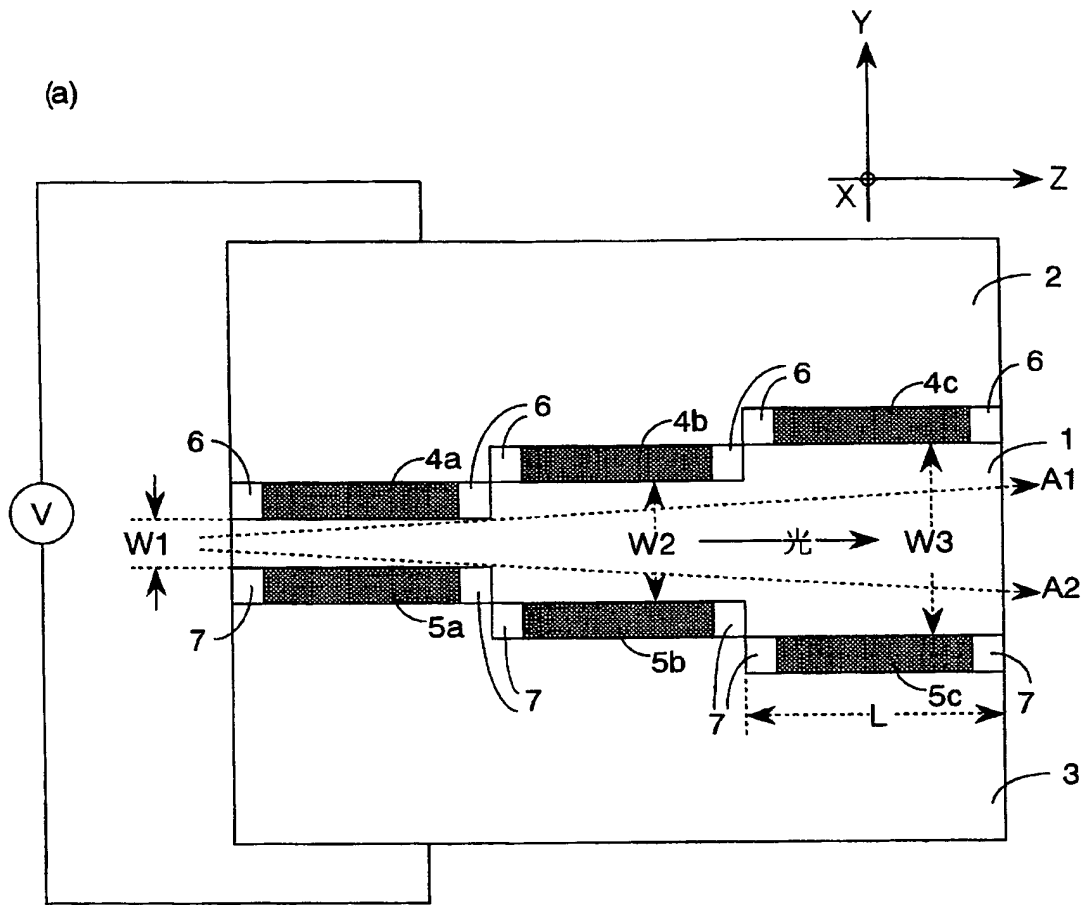
2 0 2 実施例 2 の光路変換デバイス

1 0 3 実施例 3 の光路変換デバイス

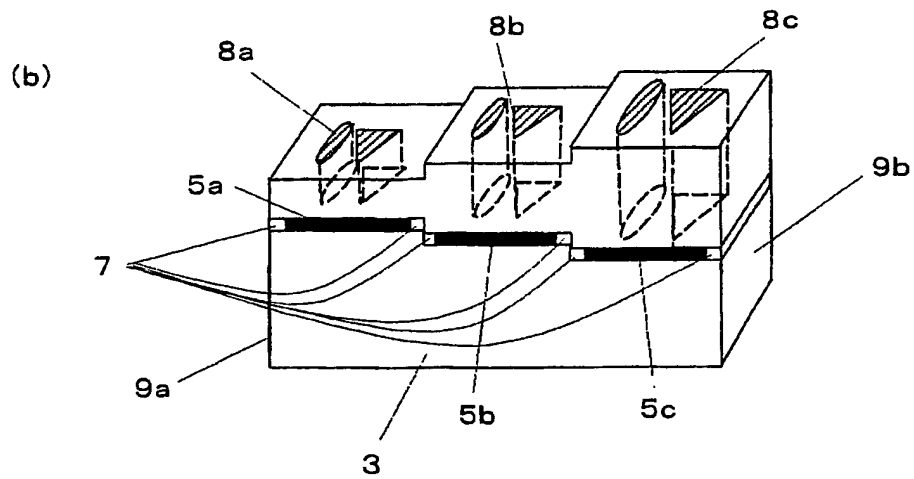
【書類名】

図面

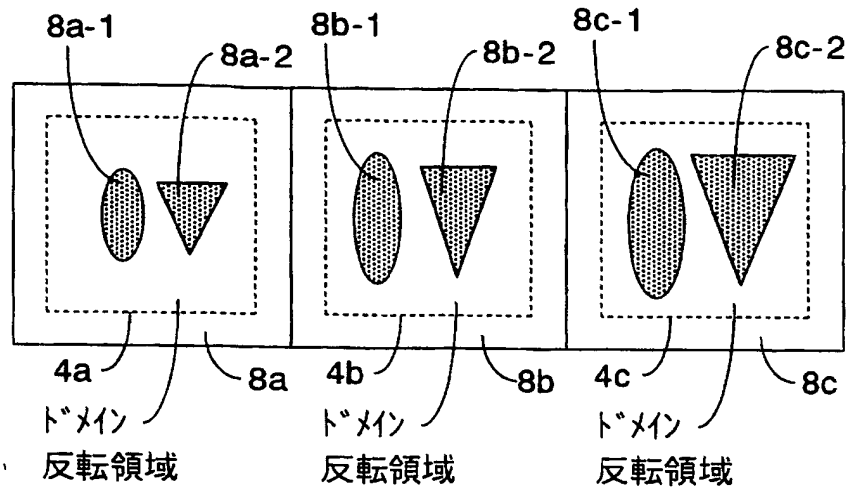
【図 1】



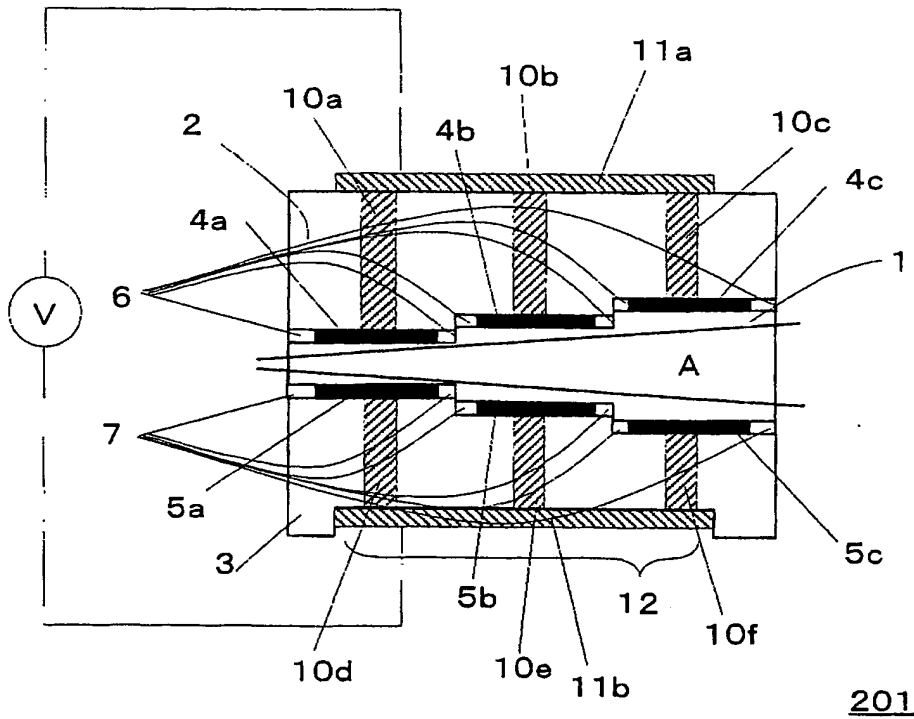
101



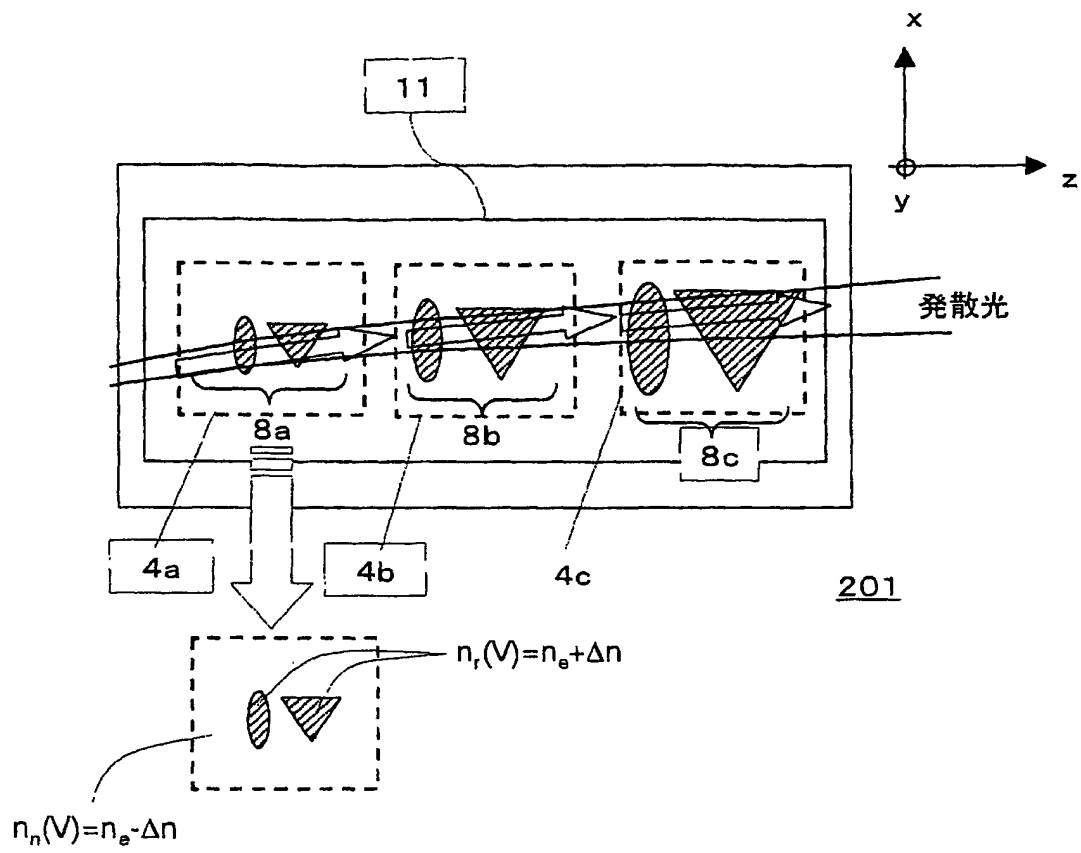
【図 2】



【図 3】

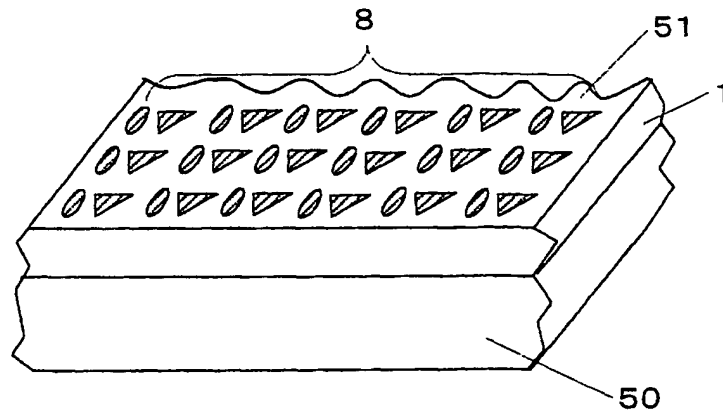


【図 4】

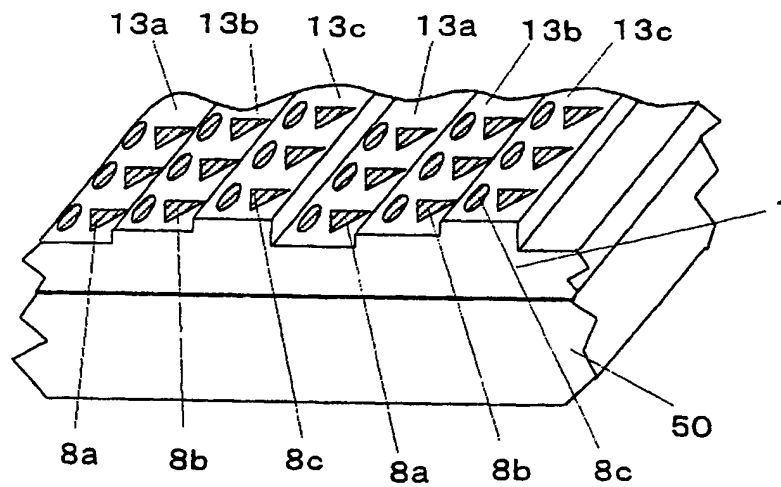


【図 5】

(a) 工程 1

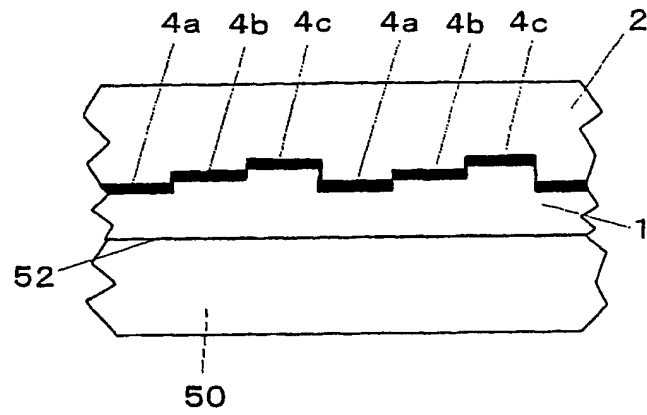


(b) 工程 2

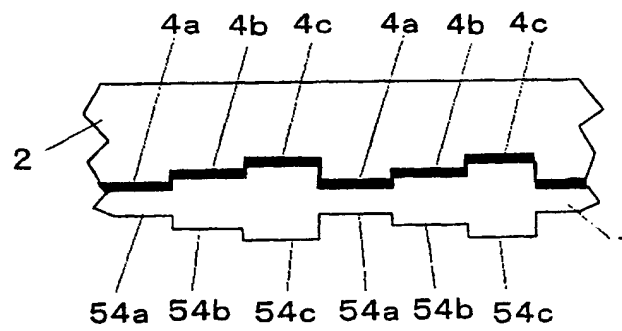


【図 6】

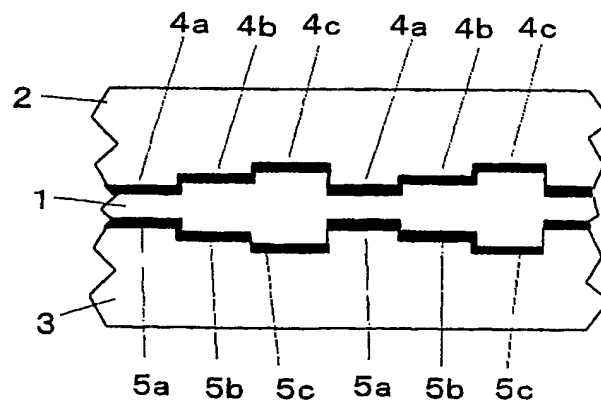
(a) 工程 3



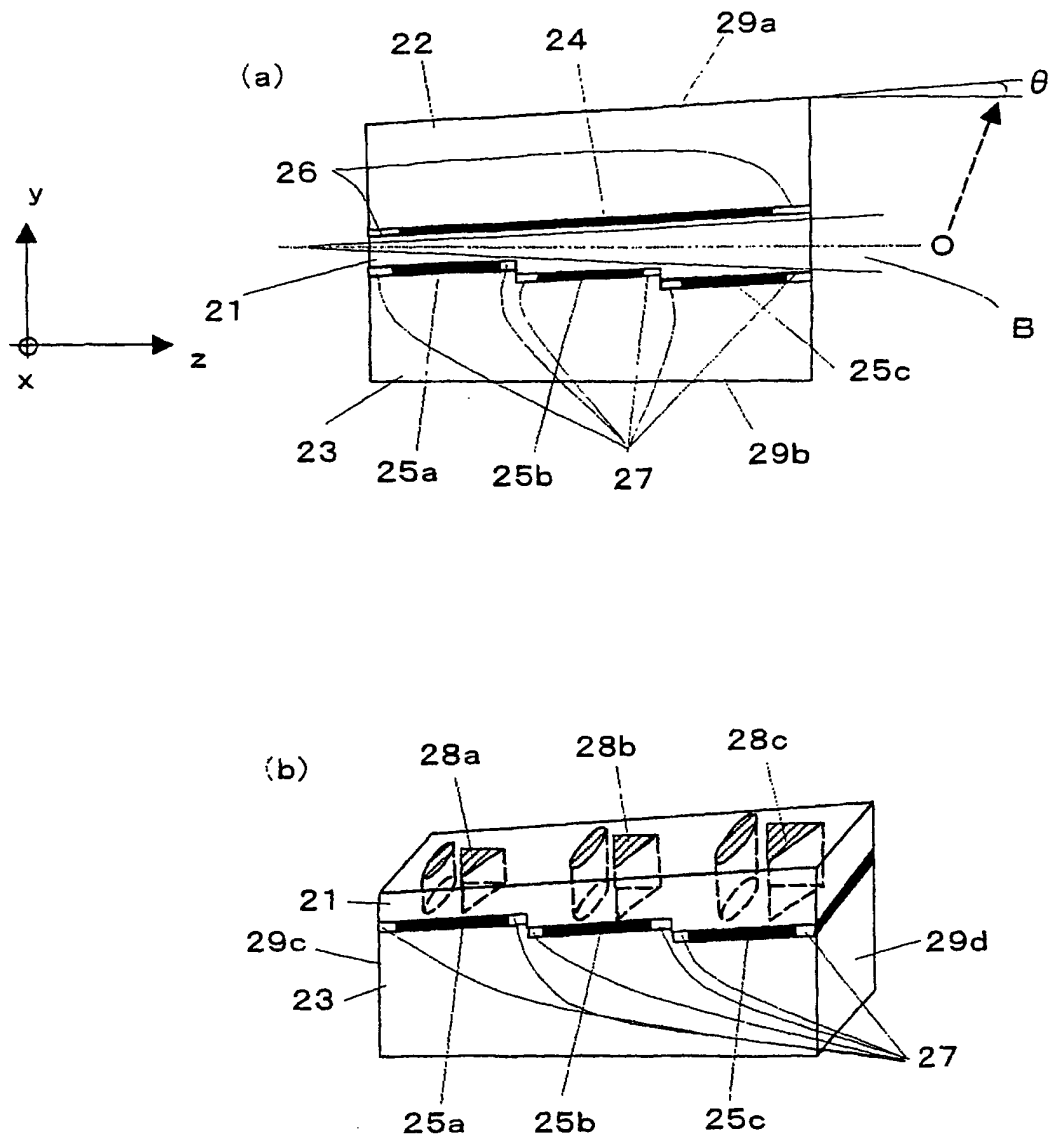
(b) 工程 4



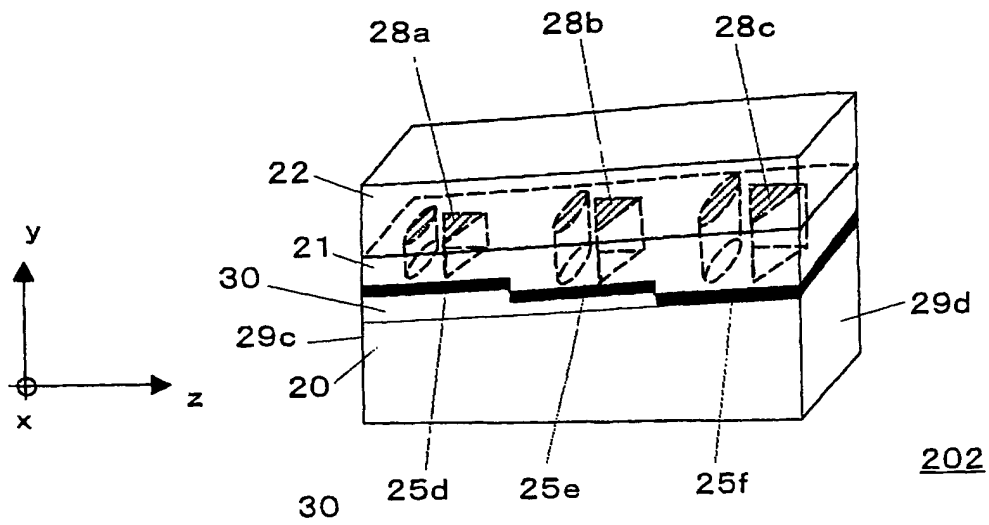
(c) 工程 5



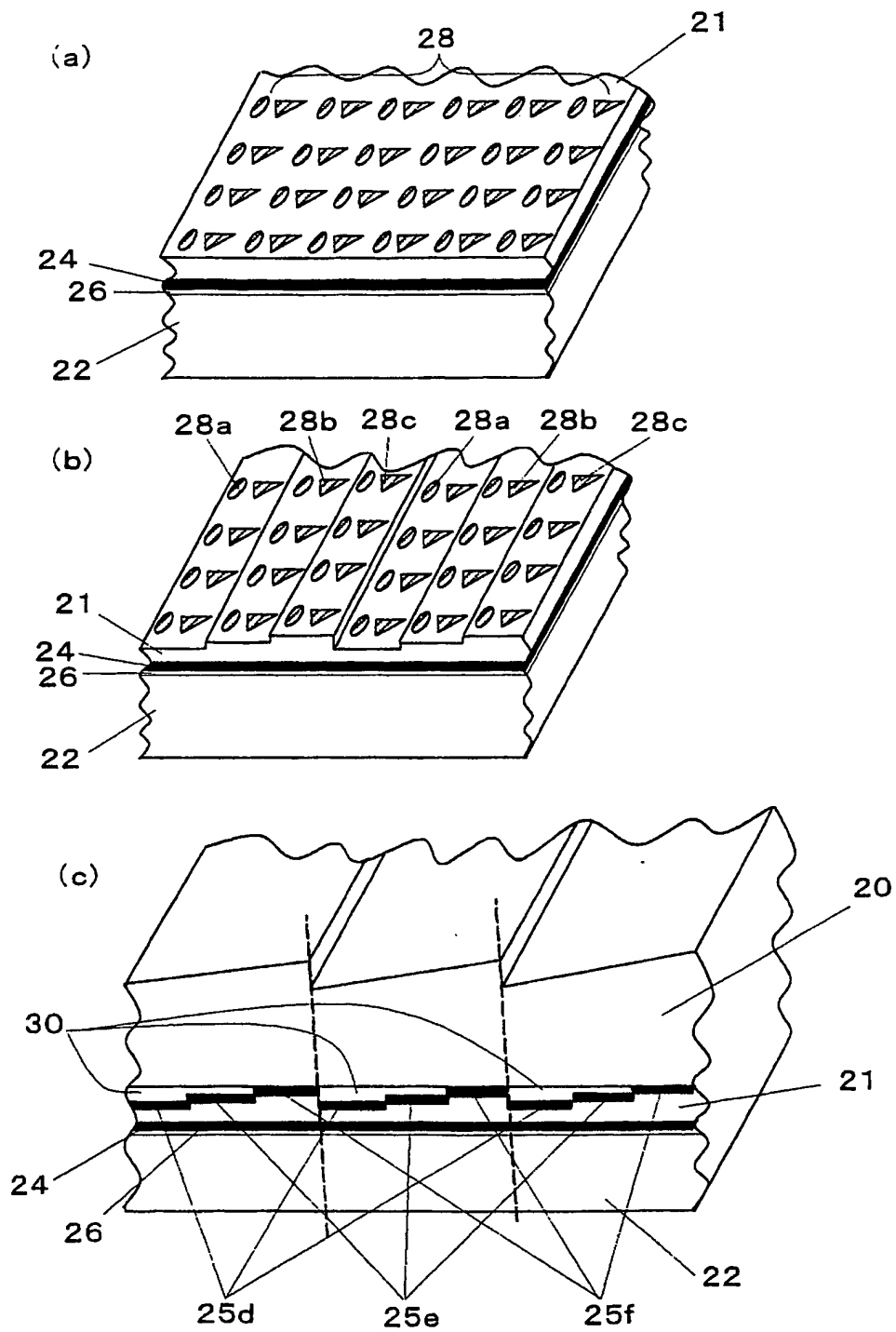
【图 7】



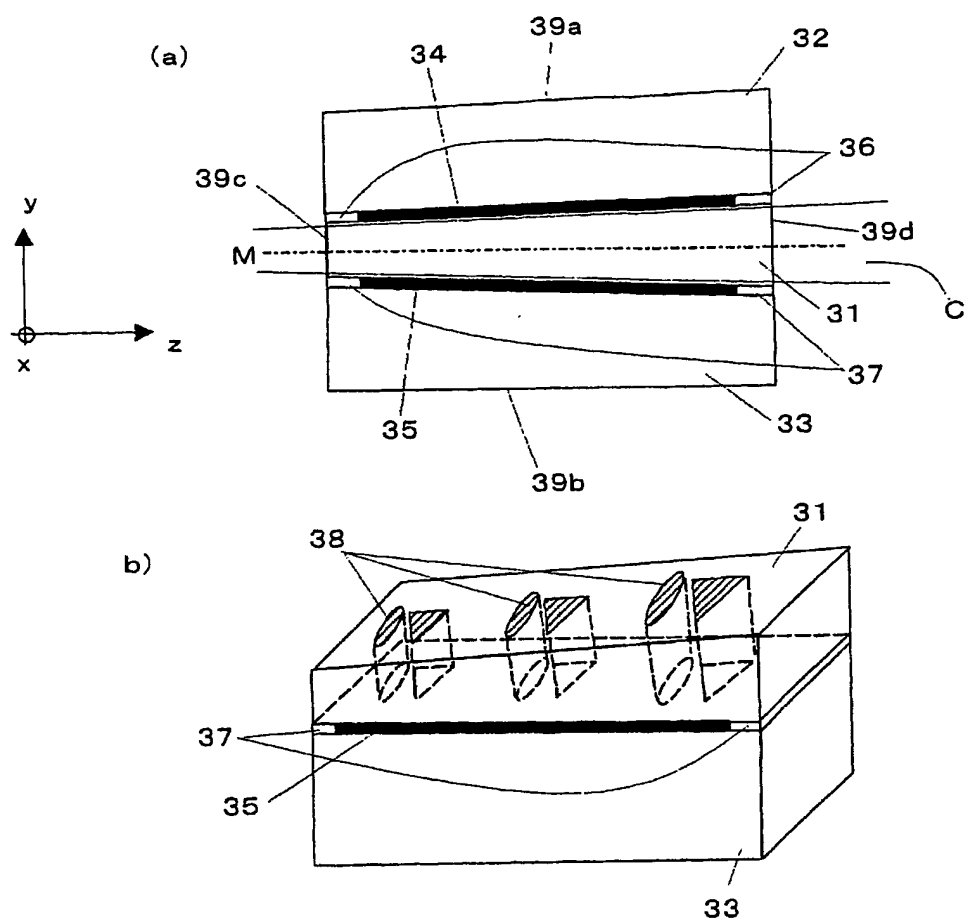
【図 8】



【図 9】

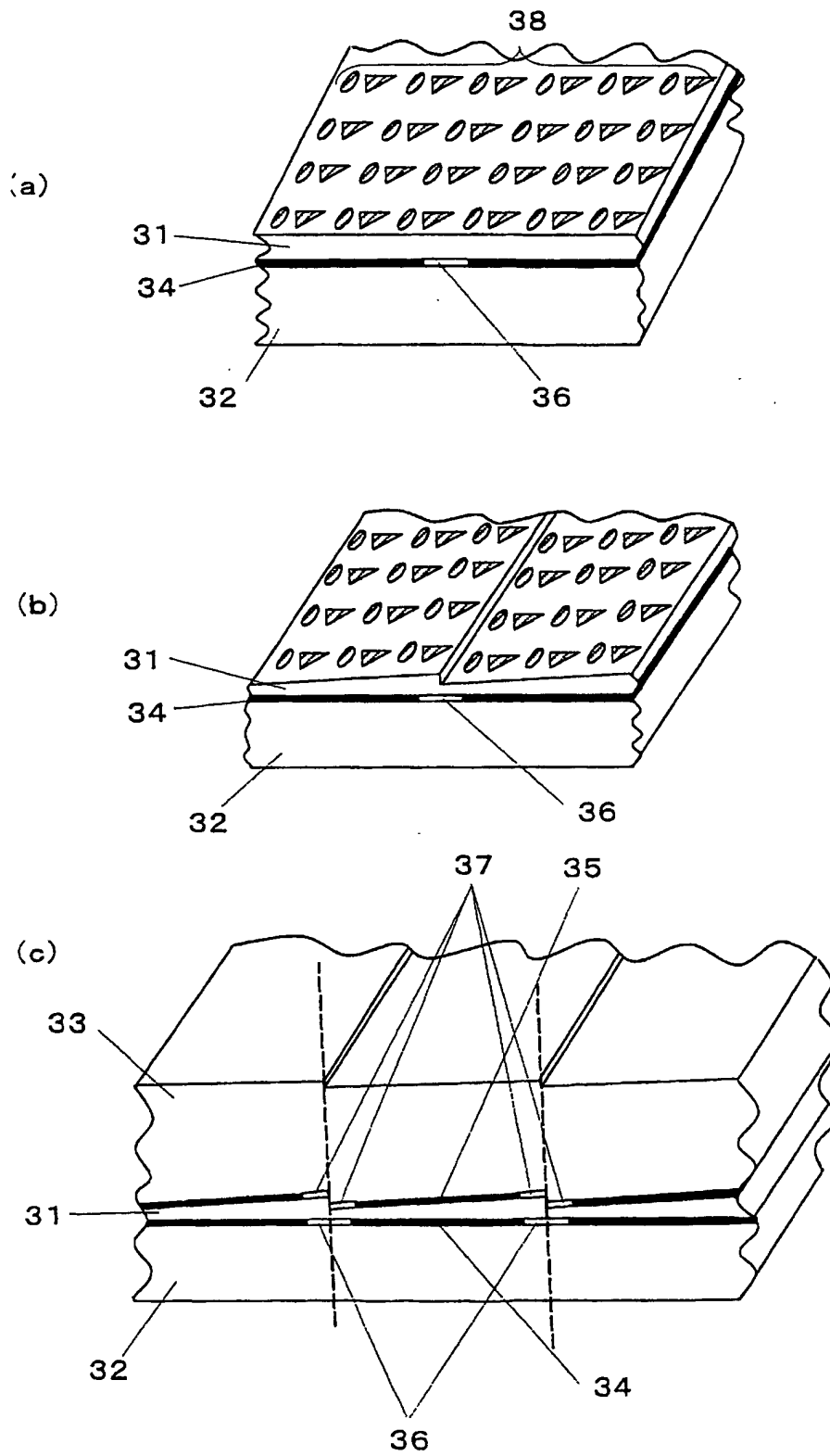


【図 10】

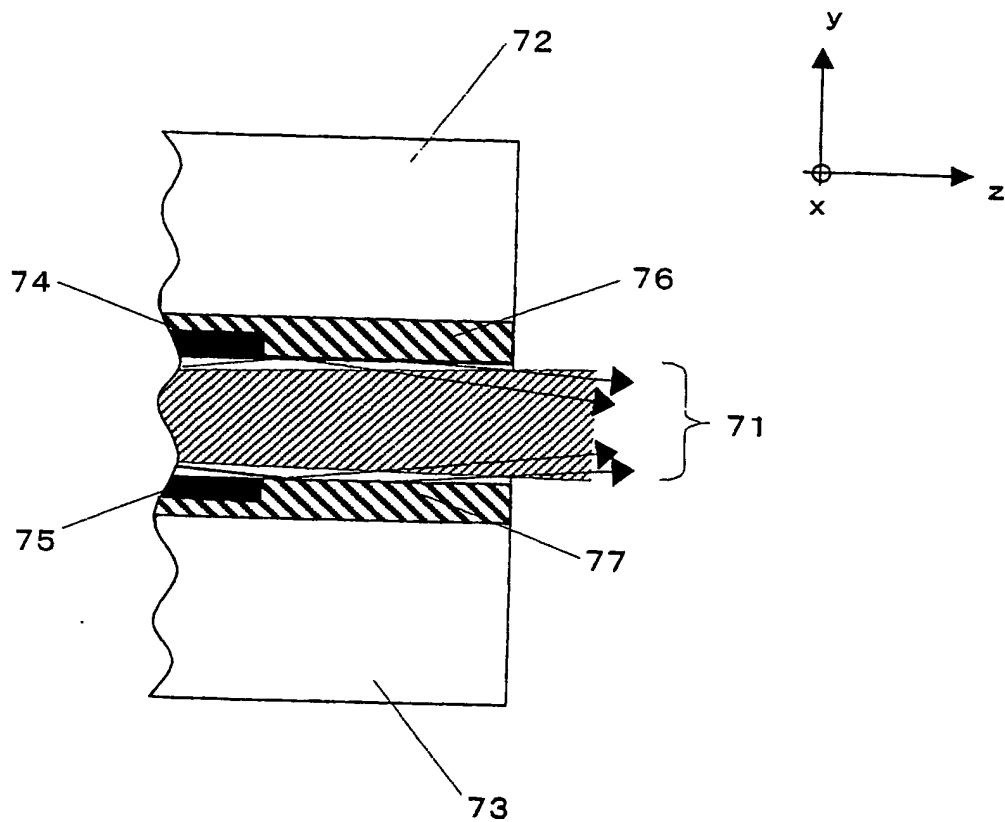


103

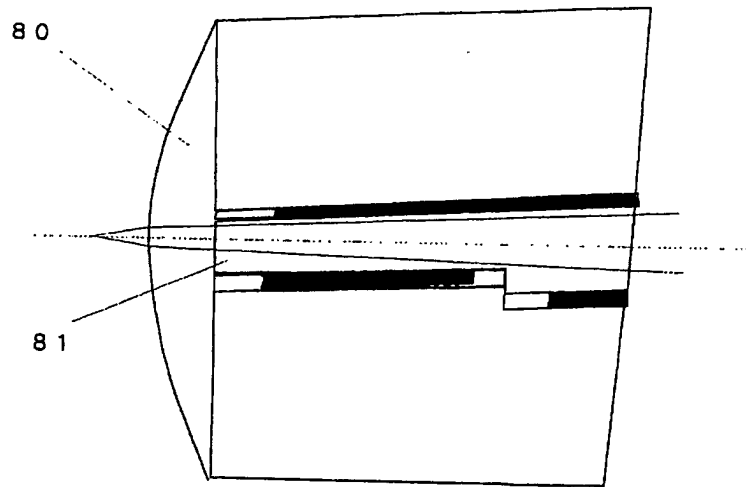
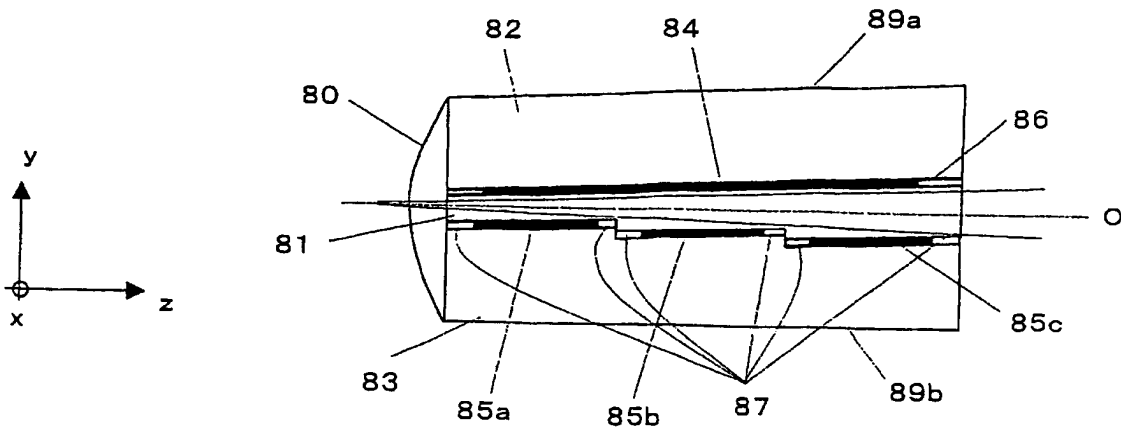
【図 11】



【図 12】

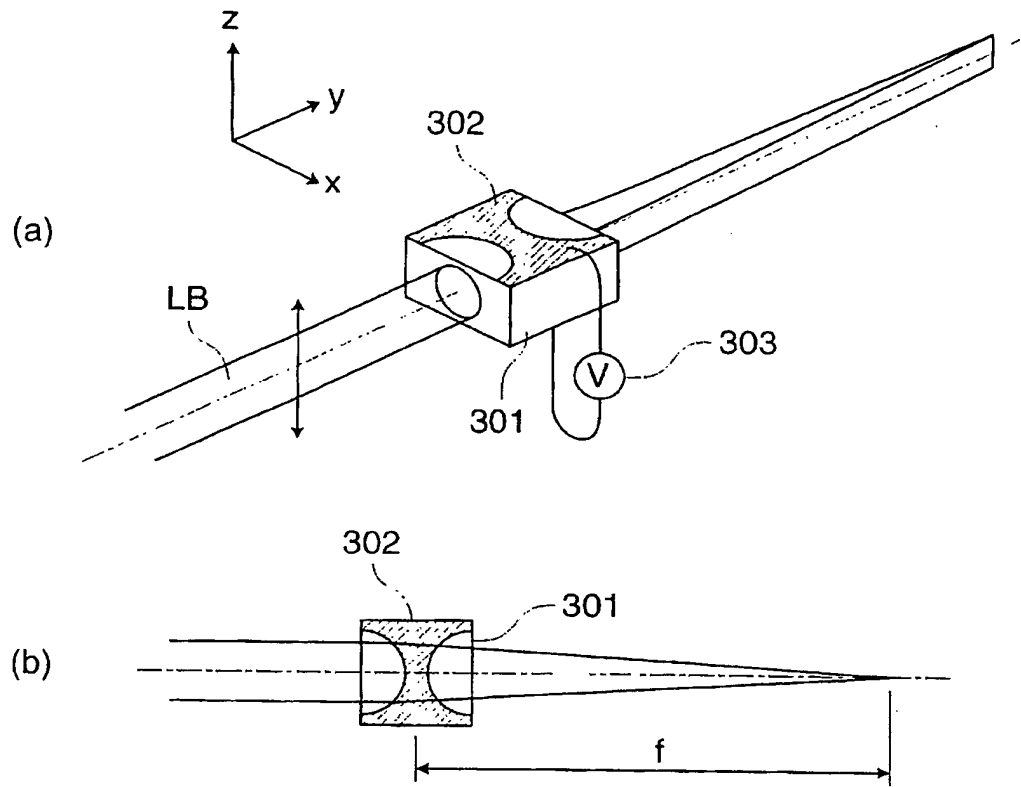


【図 13】

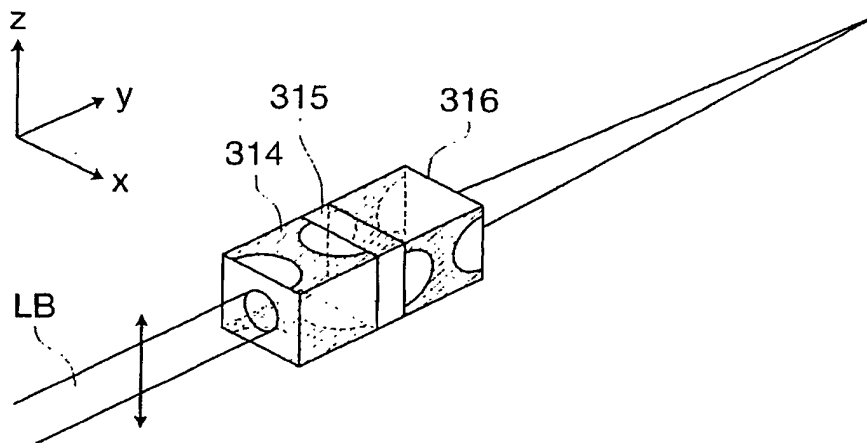


入射部拡大図

【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、光路変換デバイスに関し、結晶材料部の歪み防止、デバイスの製造の容易化、効率化を図ることを課題とする。

【解決手段】 電気光学効果により光の進行方向に垂直な方向に一様に光の屈折率を制御可能な複数の屈折領域が形成され、かつ光の進行方向に沿って厚さが変化する光透過部と、光透過部を挟みこむように、かつ少なくとも屈折領域の部分を覆うように形成された第1電極層及び第2電極層と、第1電極層の光透過部と接触しない側に第1接着層を介して密接配置される第1支持部と、第2電極層の光透過部と接触しない側に第2接着層を介して密接配置される第2支持部とを備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2002-283704

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名

シャープ株式会社